

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)



DEUTSCHES
PATENTAMT

② Aktenzeichen: P 38 15 824.8
② Anmeldetag: 9. 5. 88
④ Offenlegungstag: 19. 1. 89

Erfindung

DE 38 15 824 A 1

③ Unionspriorität: ③ ③ ③

09.07.87 CH 02612/87

⑦ Anmelder:

Sprecher & Schuh AG, Aarau, Aargau, CH

⑦ Vertreter:

Zimmermann, H., Dipl.-Ing.; Graf von Wengersky, A.,
Dipl.-Ing.; Kraus, J., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.,
Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦ Erfinder:

Lassal, Said, Dipl.-Elektro-Ing. (ETH), Aarau, Aargau,
CH; Muller, Gabriel, Dipl.-Elektro-Ing. (ETH),
Biberstein, CH

⑤ Schaltungsanordnung zur Erzeugung mindestens einer stromproportionalen Spannung mit mindestens einem Shunt

Die Schaltungsanordnung ist zur Erzeugung mindestens einer stromproportionalen Spannung in einer dreiphasigen Stromversorgungsanordnung vorgesehen. In der Stromversorgungsanordnung ist mindestens ein alle Leitungen (R, S, T) umfassender Abschnitt vorhanden. In jedem Abschnitt ist abwechselungsweise in einer der drei Leitungen (R, S, T) eine Shuntimpedanz (Z) eingeschaltet. Alle Shuntimpedanzen (Z) weisen die gleichen Impedanzwerte auf. An jeder Abschnittsgrenze (2, 3, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 16, 22, 23, 24) ist an jeder Leitung (R, S, T) eine Meßimpedanz (M) angeschlossen, wobei die anderen, den Leitungen (R, S, T) abgekehrten Anschlüsse der Meßimpedanzen (M) an jeder Abschnittsgrenze (2, 3, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 16, 22, 23, 24) in einem gemeinsamen Punkt (4, 5, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 25, 26, 27) miteinander elektrisch leitend verbunden sind. Zwischen den zu den nacheinanderfolgenden Abschnittsgrenzen (2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 22, 23, 24) gehörenden gemeinsamen Punkten (4, 5, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 25, 26, 27) treten dem jeweiligen in der zum Abschnitt gehörenden Shuntimpedanz (Z) fließenden Strom proportionale Spannungen (U_R , U_S , U_T) auf. Ein, zwei oder drei Abschnitte sind vorgesehen. Die Schaltungsanordnung wird zur Speisung elektronischer Meß-, Steuer- oder Schutzeinrichtungen eingesetzt.

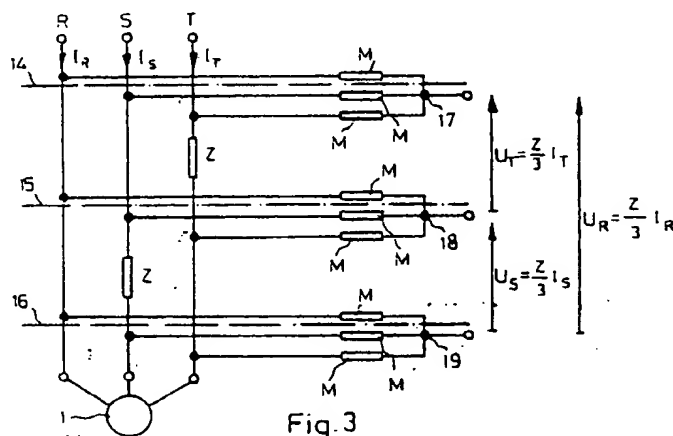


Fig. 3

DE 38 15 824 A 1

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zur Erzeugung mindestens einer stromproportionalen Spannung mit mindestens einem Shunt in einer dreiphasigen Stromversorgungsanordnung mit drei elektrischen Leitungen, dadurch gekennzeichnet, dass in der Stromversorgungsanordnung mindestens ein alle Leitungen (R, S, T) umfassender Abschnitt vorgesehen ist, wobei in jedem Abschnitt eine Shuntimpedanz (Z) vorhanden ist, die bei mehreren Abschnitten in jedem Abschnitt in einer anderen Leitung (R, S, T) angeschlossen sind aber in jedem Abschnitt den gleichen Impedanzwert aufweisen, und an jeder Abschnittsgrenze (2, 3, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 16, 22, 23, 24) an jeder Leitung (R, S, T) eine jeweils den gleichen Impedanzwert aufweisende Messimpedanz (M) angeschlossen ist, deren andere Anschlüsse an jeder Abschnittsgrenze (2, 3, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 16, 22, 23, 24) je in einem gemeinsamen Punkt (4, 5, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 25, 26, 27) miteinander elektrisch leitend verbunden sind, wobei zwischen den zu den nacheinanderfolgenden Abschnittsgrenzen (2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 22, 23, 24) gehörenden gemeinsamen Punkten (4, 5, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 25, 26, 27) eine dem in der zum jeweiligen Abschnitt gehörenden Shuntimpedanz (Z) fließenden Strom proportionale Spannung (U_R, U_S, U_T) auftritt.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass drei Abschnitte vorhanden sind, wobei zwischen den zu den vor dem ersten Abschnitt und nach dem letzten Abschnitt liegenden Abschnittsgrenzen (6, 9) gehörenden gemeinsamen Punkten (10, 13) eine nach einer der Shuntimpedanzen (Z) verbraucherseitig aus der Stromversorgungsanordnung fließendem Erdstrom (I_E) proportionale Spannung (U_E) auftritt.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Abschnitte vorhanden sind, wobei zwischen den zu den vor dem ersten Abschnitt und nach dem letzten Abschnitt liegenden Abschnittsgrenzen (14, 16, 22, 24) gehörenden gemeinsamen Punkten (17, 19, 25, 27) eine in der shuntfreien, dritten Leitung (R) fließendem Strom proportionale Spannung (U_R) auftritt.

4. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass jede Shuntimpedanz (Z) ein ohm'scher Widerstand ist.

5. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass jede Messimpedanz (M) ein ohm'scher Widerstand ist.

6. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass an den Anschlüssen jeder Shuntimpedanz (Z) ein mit der zugeordneten Messimpedanz (M) ausgangsseitig verbundener Verstärker (20, 21) angeschlossen ist, wobei bei mehreren Shuntimpedanzen (Z) alle Verstärker (Z) untereinander gleich sind.

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Erzeugung mindestens einer stromproportionalen Spannung mit mindestens einem Shunt in einer dreiphasigen Stromversorgungsanordnung mit drei elektrischen Leitungen.

Eine Schaltungsanordnung der eingangs erwähnten Art ist aus der DE-OS 26 57 784 bekannt. Bei dieser

Schaltungsanordnung werden die Ströme einer Stromversorgungsanordnung für eine Gebäudeheizeinrichtung durch Shunts geführt, um die in den Leitungen fließenden Ströme zu erfassen und so beim Erreichen eines Stromhöchstwertes zumindest die überlastete Leitung abzuschalten. Die an den Klemmen der Shunts auftretenden Wechselspannungen sind proportional zu den durch die Shunts und durch die zugehörigen Leitungen fließenden Strömen und werden jeweils an drei Verstärkern angelegt. Die ankommende Wechselspannung wird dort entsprechend den Scheitelwerten in eine Gleichspannung gleichgerichtet, die zu einer Fotodiode eines Optokopplers geführt wird. Der Optokoppler gewährleistet die Übertragung der stromproportionalen Signale und die galvanische Trennung zwischen der Stromversorgungsanordnung des Gebäudes und einer elektronischen Schutz- und Steuereinrichtung zur Abschaltung der überlasteten Leitungen. Eine galvanische Trennung zwischen den Shuntanschlüssen und der elektronischen Schutz- und Steuereinrichtung ist erforderlich, weil zwischen den Shunts in den einzelnen Phasenleitungen die volle verkettete Spannung der Stromversorgungsanordnung herrscht. Die elektronische Schutz- und Steuereinrichtung wäre zu teuer, wenn sie für diese Spannung ausgelegt werden müsste. Die hier zur galvanischen Trennung verwendeten Optokoppler sind aber auch verhältnismässig teuer und die dazu erforderliche Schaltungsanordnung kompliziert, so dass diese Schaltungsanordnung gesamthaft gesehen nachteilig ist.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Schaltungsanordnung der eingangs erwähnten Gattung anzugeben, die einfach und wirtschaftlich vorteilhaft ist.

Die gestellte Aufgabe ist dadurch gelöst, dass in der Stromversorgungsanordnung mindestens ein alle Leitungen umfassender Abschnitt vorgesehen ist, wobei in jedem Abschnitt eine Shuntimpedanz vorhanden ist, die bei mehreren Abschnitten in jedem Abschnitt in einer anderen Leitung angeschlossen sind aber in jedem Abschnitt den gleichen Impedanzwert aufweisen, und an jeder Abschnittsgrenze an jeder Leitung eine jeweils den gleichen Impedanzwert aufweisende Messimpedanz angeschlossen ist, deren andere Anschlüsse an jeder Abschnittsgrenze je in einem gemeinsamen Punkt miteinander elektrisch leitend verbunden sind, wobei zwischen den zu den nacheinanderfolgenden Abschnittsgrenzen gehörenden gemeinsamen Punkten eine dem in der zum jeweiligen Abschnitt gehörenden Shuntimpedanz fließenden Strom proportionale Spannung auftritt. Bei dieser einfachen Schaltungsanordnung ist eine galvanische Trennung zwischen den Shuntimpedanzen und einer elektronischen Schutz- und/oder Steuereinrichtung nicht notwendig, weil die stromproportionalen Spannungen zwischen den gemeinsamen Punkten abgegriffen werden, die abgesehen von den kleinen stromproportionalen Spannungen das einheitliche Potential des Sternpunktes der dreiphasigen Stromversorgungsanordnung aufweisen. Die Einfachheit und die wirtschaftlichen Vorteile dieser Schaltungsanordnung sind augenfällig.

Vorteilhafterweise sind drei Abschnitte vorgesehen, wobei zwischen den zu den vor dem ersten Abschnitt und nach dem letzten Abschnitt liegenden Abschnittsgrenzen gehörenden gemeinsamen Punkten eine nach einer der Shuntimpedanzen verbraucherseitig aus der Stromversorgungsanordnung fließendem Erdstrom proportionale Spannung auftritt. Diese Schaltungsanordnung kann mit Vorteil zur Speisung eines elektronischen Schutzrelais mit Ueberstrom- und Erdschluß-

stromauslösung verwendet werden.

In der dreiphasigen Stromversorgungsanordnung können auch nur zwei Abschnitte vorhanden sein, wobei zwischen den zu den vor dem ersten Abschnitt und nach dem letzten Abschnitt liegenden Abschnittsgrenzen gehörenden gemeinsamen Punkten eine in der shuntfreien, dritten Leitung fließendem Strom proportionale Spannung auftritt. Diese vereinfachte Schaltungsanordnung erlaubt die Erfassung auch des in der shuntfreien, dritten Leitung fließenden Stromes, obwohl nur zwei Shuntimpedanzen vorhanden sind.

Vorteilhafterweise ist jede Shuntimpedanz ein ohm'scher Widerstand. Auch jede Messimpedanz kann ein ohm'scher Widerstand sein.

An den Anschlüssen jeder Shuntimpedanz kann ein mit der zugeordneten Messimpedanz ausgangsseitig verbundener Verstärker angeschlossen sein, wobei bei mehreren Shuntimpedanzen alle Verstärker untereinander gleich sind. Durch diese Massnahme können bei Beibehaltung der Messgenauigkeit der gesamten Schaltungsanordnung höhere Abweichungen zwischen den Impedanzwerten der verwendeten Messimpedanzen zugelassen werden.

Im folgenden werden anhand der beiliegenden Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine Schaltungsanordnung zur Erzeugung einer stromproportionalen Spannung in einer dreiphasigen Stromversorgungsanordnung mit einer Shuntimpedanz,

Fig. 2 mit drei Shuntimpedanzen,

Fig. 3 mit zwei Shuntimpedanzen,

Fig. 4 die Schaltungsanordnung mit zwei Shuntimpedanzen und mit zwei Verstärkern.

Die in Fig. 1 dargestellte dreiphasige Stromversorgungsanordnung enthält die drei elektrischen Leitungen R, S, T und dient zur Versorgung der Last 1 mit elektrischer Energie. Die Schaltungsanordnung weist einen alle Leitungen R, S, T umfassenden Abschnitt auf, zwischen dessen Abschnittsgrenzen 2, 3 in der Leitung T ein Shuntimpedanz Z eingeschaltet ist. An den beiden Abschnittsgrenzen 2, 3 sind an jeder Leitung R, S, T Messimpedanzen M angeschlossen. Alle Messimpedanzen M weisen den gleichen Impedanzwert auf. Die anderen, den Leitungen R, S, T abgekehrten Anschlüsse der Messimpedanzen M sind je Abschnittsgrenze 2, 3 je in einem gemeinsamen Punkt 4, 5 miteinander elektrisch leitend verbunden. Es lässt sich ableiten, dass die Spannung U_T zwischen den Punkten 4 und 5 dem in der Leitung T fließenden Strom I_T proportional ist und ein Drittel des Produktes aus dem Impedanzwert der Shuntimpedanz Z in der Leitung T und aus dem Strom I_T , $U_T = Z \times I_T/3$ beträgt. Wenn in den Leitungen R, S, T kein Strom fließt, weisen die gemeinsamen Punkte 4 und 5 das gleiche Potential auf, nämlich das Potential des Sternpunktes der Stromversorgungsanordnung. An den gemeinsamen Punkten 4 und 5 kann eine nicht dargestellte, elektronische Mess-, Schutz- und/oder Steuereinrichtung ohne Potentialtrennung angeschlossen werden.

Die Schaltungsanordnung nach Fig. 2 ist in drei Abschnitten aufgeteilt, zwischen deren Abschnittsgrenzen 6, 7, 8, 9 drei Shuntimpedanzen Z angeschlossen sind. In jedem Abschnitt ist eine Shuntimpedanz Z aber jeweils in einer anderen Leitung R, S, T angeordnet. Die Impedanzwerte der Shuntimpedanzen Z sind untereinander gleich. An den Abschnittsgrenzen 6, 7, 8, 9 sind an jeder Leitung R, S, T Messimpedanzen M angeschlossen, die untereinander den gleichen Impedanzwert aufweisen.

Die den Leitungen R, S, T abgekehrten Anschlüsse der Messimpedanzen M sind pro Abschnittsgrenze 6, 7, 8, 9 je in einem gemeinsamen Punkt 10, 11, 12, 13 miteinander elektrisch leitend verbunden. Zwischen den Abschnittsgrenzen 6 und 7 liegt die Shuntimpedanz Z in der Leitung T . Zwischen den zu diesen Abschnittsgrenzen 6, 7 gehörenden gemeinsamen Punkten 10 und 11 wird eine dem in der Leitung T fließenden Strom I_T proportionale Spannung U_T auftreten. Ihre Grösse ist ein Drittel des Produktes aus der Impedanzwert der Shuntimpedanz Z und aus dem Strom I_T . Ähnlich treten zwischen den gemeinsamen Punkten 11 und 12 dem Strom I_S und zwischen den gemeinsamen Punkten 12 und 13 dem Strom I_R proportionale Spannungen U_S und U_R auf. Die Grösse dieser Spannungen U_S und U_R ist jeweils ein Drittel des an der Shuntimpedanz Z vorhandenen Spannungsabfalls, $U_S = Z \times I_S/3$ und $U_R = Z \times I_R/3$. Zwischen den gemeinsamen Punkten 10 und 13, die vor dem ersten Abschnitt, an der Abschnittsgrenze 6, bzw. nach dem letzten Abschnitt, an der Abschnittsgrenze 9 liegen, wird eine Spannung U_E auftreten, die dem nach einer der Shuntimpedanzen Z in der Leitung R verbraucherseitig aus der Stromversorgungsanordnung fließenden Erdstrom I_E proportional ist. Deshalb kann die Spannung U_E in einem nicht dargestellten Schutzrelais zu Erdschlußschutzzwecken verwendet werden. Die Grösse der Spannung U_E ist wiederum ein Drittel des Produktes aus dem Impedanzwert der Shuntimpedanzen Z und aus dem Erdstrom I_E . Die in der Fig. 2 dargestellte Schaltungsanordnung kann den dreiphasigen Stromwandler in der im Prospekt der Firma Sprecher + Schuh AG, 5001 Aarau/Schweiz, Nr. 1.1012 d.SSA/3.87/55/10 (2252) auf Seite 25 angegebenen Schaltanordnung ersetzen, wobei diese Schaltanordnung noch mit einem Erdschlußschutz ergänzt werden kann.

Fig. 3 zeigt eine vereinfachte Schaltungsanordnung mit zwei, in zwei Abschnitten untergebrachten Shuntimpedanzen Z . Diese beiden Abschnitte sind durch die drei Abschnittsgrenzen 14, 15, 16 begrenzt. Auch bei dieser Schaltungsanordnung sind an den Abschnittsgrenzen 14, 15, 16 an den Leitungen R, S, T Messimpedanzen M angeschlossen, die mit ihren anderen Anschlüssen pro Abschnittsgrenze 14, 15, 16 in den gemeinsamen Punkten 17, 18, 19 miteinander elektrisch leitend verbunden sind. Zum ersten Abschnitt gehört die in der Leitung T liegende Shuntimpedanz Z , wobei zwischen den dazugehörigen gemeinsamen Punkten 17 und 18 die dem Strom I_T proportionale Spannung, $U_T = Z \times I_T/3$ auftritt. Zum nächsten zwischen den Abschnittsgrenzen 15, 16 liegenden Abschnitt gehört die Shuntimpedanz Z in der Leitung S , zwischen den dazugehörigen gemeinsamen Punkten 18 und 19 wird eine dem Strom I_S proportionale Spannung U_S messbar, deren Grösse $U_S = Z \times I_S/3$ ist. Zwischen den gemeinsamen Punkten 17 und 19, die zur Abschnittsgrenze 14 vor dem ersten Abschnitt und zur Abschnittsgrenze 16, nach dem letzten Abschnitt gehören, kann eine dem Strom I_R in der shuntfreien Leitung R proportionale Spannung U_R erfasst werden. Die Grösse dieser Spannung ist $U_R = Z \times I_R/3$. Diese nur mit zwei Shuntimpedanzen Z versehene Schaltungsanordnung kann bereits einen dreiphasigen Stromwandler ersetzen.

In der Regel werden für die Shuntimpedanzen Z und für die Messimpedanzen M rein ohm'sche Widerstände verwendet.

Um eine ausreichende Genauigkeit der stromproportionalen Spannungen U_R, U_S und U_T zu erreichen, sind

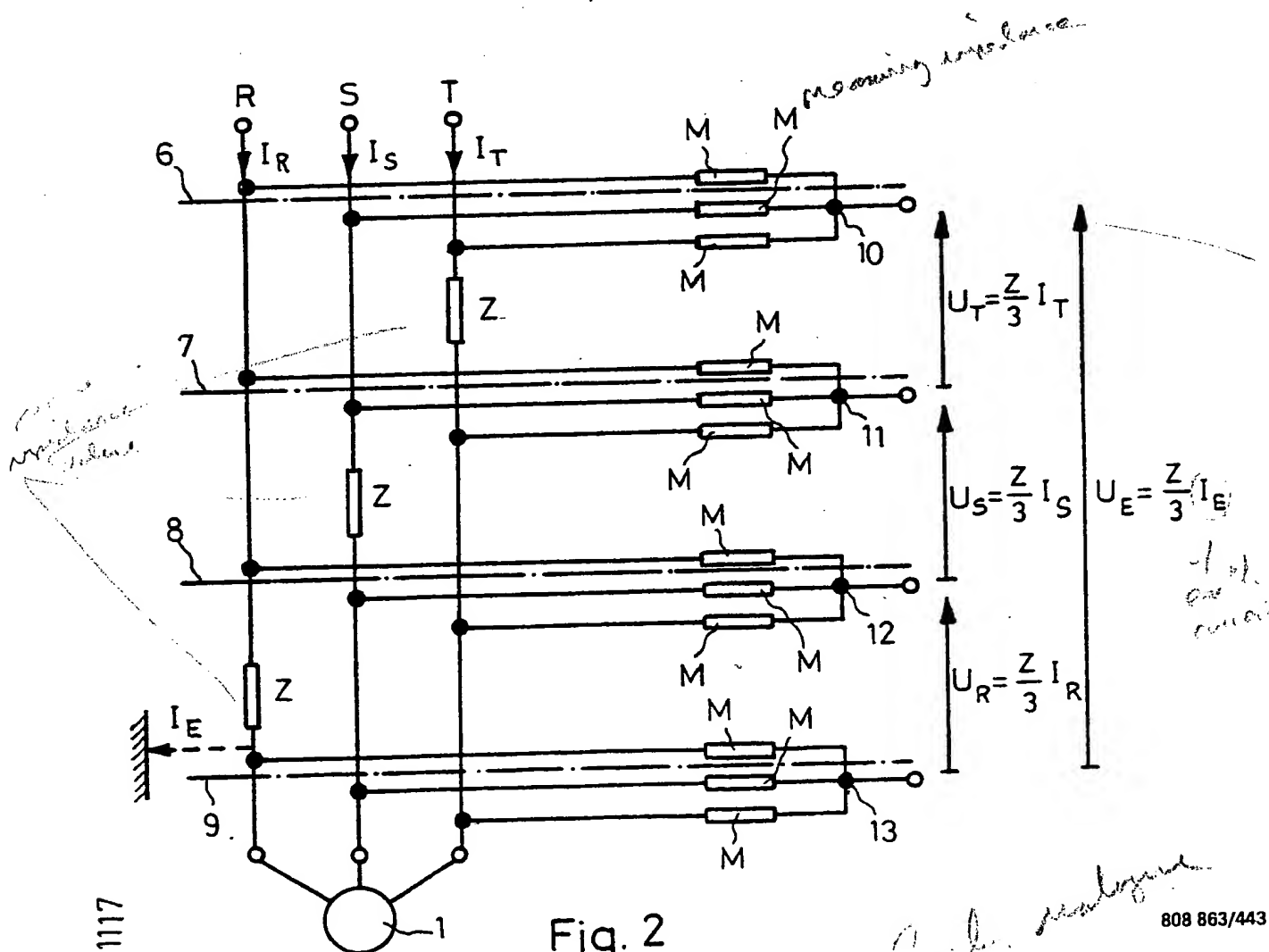
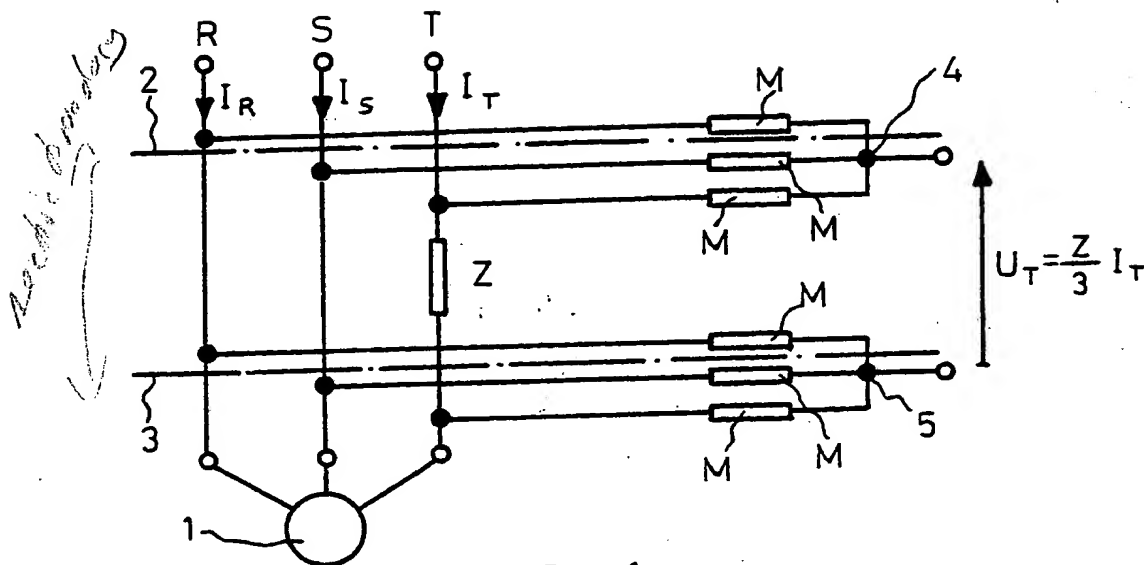
an die Toleranzen der Impedanzwerte und an die Temperaturkoeffizienten der Messimpedanzen hohe Anforderungen g stellt. Um eine Messgenauigkeit für die Ströme I_R , I_S , I_T in einer 430 V Stromversorgungsanordnung von 5% zu erreichen, sollte die Toleranz der Impedanzwerte zwischen den einzelnen Messimpedanzen M nicht über 0,00025% und die Toleranz der Temperaturkoeffizienten zwischen den einzelnen Messimpedanzen M nicht über 0,16 ppm/°C liegen. Diese Toleranzwerte können wesentlich höher gesetzt werden, wenn der Spannungsabfall an den Shuntimpedanzen Z verstärkt wird. Fig. 4 zeigt eine solche Schaltungsanordnung. Die speisungsseitigen Anschlüsse der Shuntimpedanzen Z sind an die nichtinvertierenden Anschlüsse der Operationsverstärker 20, 21 geführt. An den Ausgängen der Operationsverstärker 20, 21 sind Messimpedanzen M angeschlossen, die bei der Anordnung nach Fig. 3 noch direkt an den speisungsseitigen Anschlüssen der Shuntimpedanzen Z angeschlossen waren. Zwischen den Ausgängen der Operationsverstärker 20, 21 und den lastseitigen Anschlüssen der Shuntimpedanzen Z ist je ein ohm'scher Teiler mit den Widerständen R_1 und R_2 angeschlossen. Der zwischen den Widerständen R_1 und R_2 liegende Abgriff des Teilers ist jeweils zum invertierenden Eingang des Operationsverstärkers 20, 21 geführt. Das Teilverhältnis R_1/R_2 ergibt den wirksamen Verstärkungsfaktor des Operationsverstärkers. Zwischen den zu den Abschnittsgrenzen 22, 23, 24 gehörenden gemeinsamen Punkten 25, 26, 27 der Messimpedanzen M erscheint jeweils der um das Verhältnis R_1/R_2 verstärkte Spannungsabfall an den Shuntimpedanzen Z . Zwischen den vor dem ersten und nach dem letzten Abschnitt liegenden gemeinsamen Punkten 25 und 27 misst man auch in dieser Anordnung, wie in der Anordnung nach Fig. 3, eine dem in der shuntfreien Leitung R fließenden Strom I_R proportionale aber im Verhältnis von R_1/R_2 verstärkte Spannung U_R .

3815824

- 1/2 -

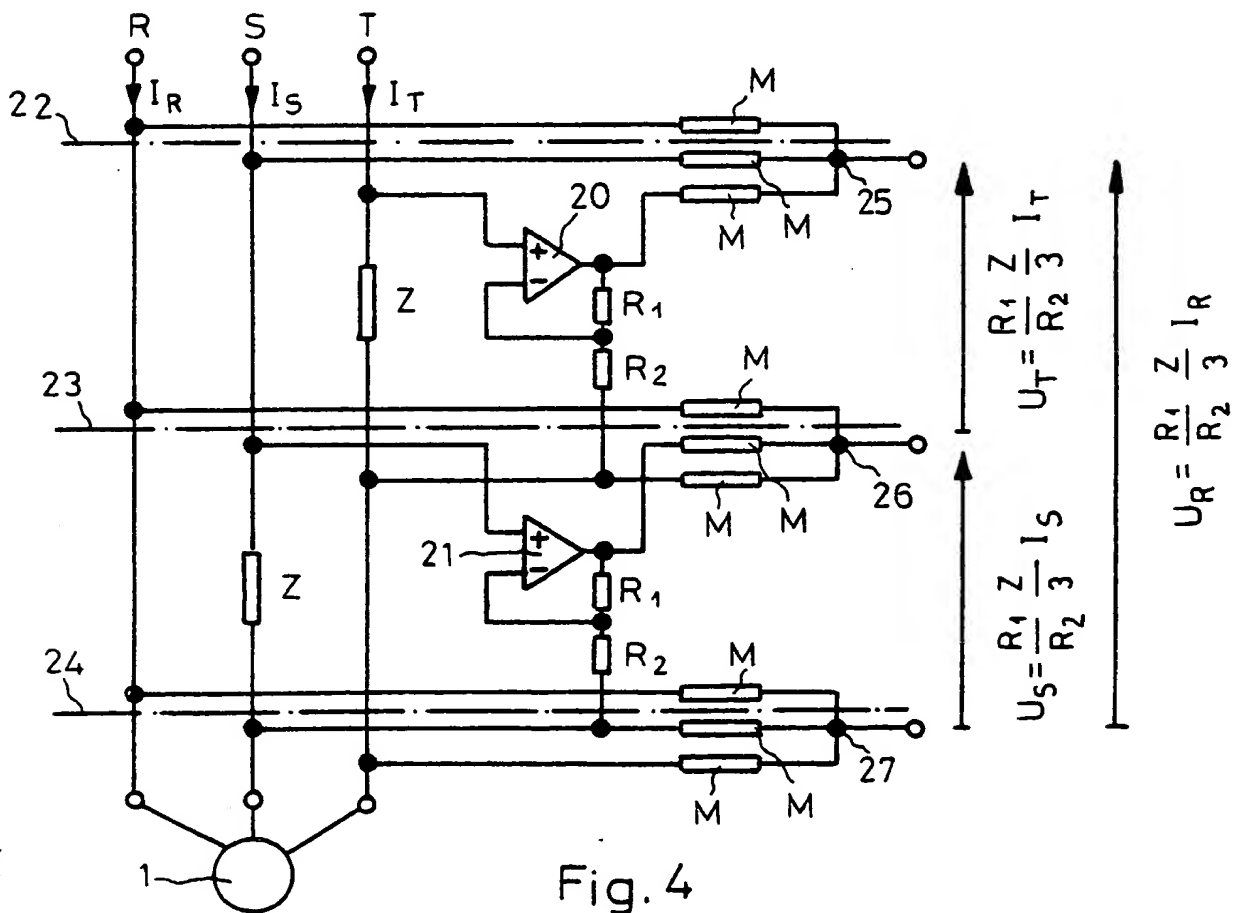
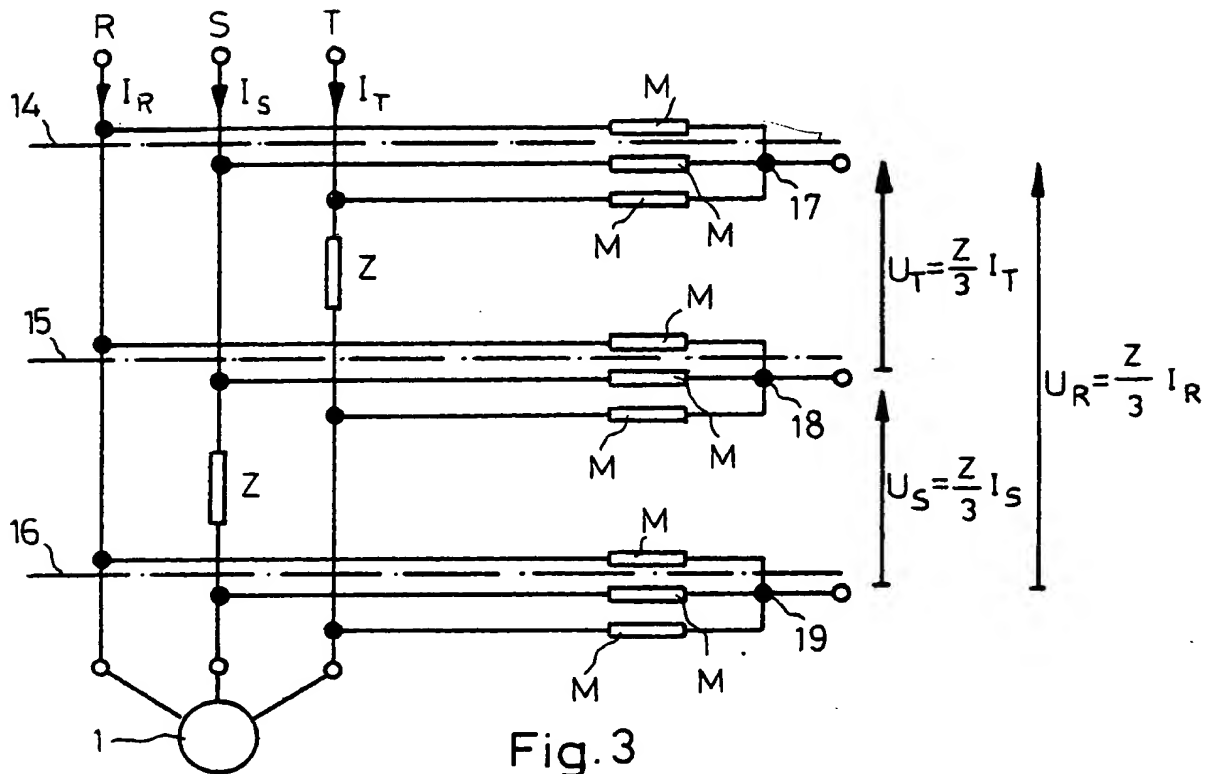
Number:
Int. Cl. 4:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

38 15 824
G 01 R 19/00
9. Mai 1988
19. Januar 1989



P 1117

808 863/443



DE 38 15 824 A1

Circuit arrangement for the generation of at least one voltage proportional to current with at least one shunt

Abstract

The circuit arrangement is provided for the generation of at least one voltage proportional to current in a three-phase current supply arrangement. In the current supply arrangement, at least one section including all leads (R, S, T) is present. In each section, a shunt impedance (Z) is switched alternately into one of the three leads (R, S, T). All shunt impedances (Z) have the same impedance values. On each section boundary (2, 3, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 16, 22, 23, 24) a measuring impedance (M) is connected to each lead (R, S, T), the other connections of the measuring impedances (M) facing away from the leads (R, S, T) are electrically conductively connected to each other at a common point (4, 5, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 25, 26, 27) at each section boundary (2, 3, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 16, 22, 23, 24). Between the common points (4, 5, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 25, 26, 27) belonging to the successive section boundaries (2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 22, 23, 24) voltages (U_R , U_S , U_T) arise which are proportional to the respective current flowing in the shunt impedance (Z) belonging to the section. One, two or three sections are provided. The circuit arrangement is installed for the supply of electronic measuring, controlling or protection apparatus.

Claims

1. Circuit arrangement for the generation of at least one voltage proportional to current with at least one shunt in a three-phase current supply arrangement with three electrical leads, characterised in that at least one section including all leads (R, S, T) is provided in the current supply arrangement, a shunt impedance (Z) being present in each section, these shunt impedances being, in the case of a plurality of sections, connected to a different lead (R, S, T) in each section but having the same impedance value in each section, and on each section boundary (2, 3, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 16, 22, 23, 24) a measuring impedance (M) having the same impedance value in each case is connected to each lead (R, S, T), the other connections of the measuring impedance being electrically conductively connected to each other at a common point (4, 5, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 25, 26, 27) at each section boundary (2, 3, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 16, 22, 23, 24), wherein between the common points (4, 5, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 25, 26, 27) belonging to the successive section boundaries (2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 22, 23, 24) a voltage (U_R , U_S , U_T) arises which is proportional to the current flowing in the shunt impedance (Z) belonging to the respective section.

2. Circuit arrangement according to Claim 1, characterised in that three sections are provided, wherein between the common points (10, 13) belonging to the section boundaries (6, 9) lying before the first section and after the last section a voltage (U_E) arises which is proportional to an earth current (I_E) flowing towards one of the shunt impedances (Z) on the consumer side from the current supply arrangement.

3. Circuit arrangement according to Claim 1, characterised in that two sections are provided, wherein between the common points (17, 19, 25, 27) belonging to the section boundaries (14, 16, 22, 24) lying before the first section and after the last section a voltage (U_R) arises which is proportional to a current flowing in the shunt-free third lead (R).
4. Circuit arrangement according to one of Claims 1 to 3, characterised in that each shunt impedance (Z) is an ohmic resistor.
5. Circuit arrangement according to one of Claims 1 to 4, characterised in that each measuring impedance (M) is an ohmic resistor.
6. Circuit arrangement according to one of Claims 1 to 5, characterised in that an amplifier (20, 21) which is connected on the output side to the associated measuring impedance (M) is connected to the connections of each shunt impedance (Z), all amplifiers (Z) being the same as each other in the case of a plurality of shunt impedances (Z).

Description

The present invention relates to a circuit arrangement for the generation of at least one voltage proportional to current with at least one shunt in a three-phase current supply arrangement with three electrical leads.

A circuit arrangement of the type set out above is known from DE-OS 26 57 784. In this circuit arrangement the currents of a current supply arrangement for a heating system for a building are passed through shunts in order to detect the currents flowing in the leads and thus to switch off at least the overloaded lead when a maximum current value is reached. The alternating-current voltages occurring on the terminals of the shunts are proportional to the currents flowing through the shunts and through the appertaining leads and are in each case applied to three amplifiers. The incoming alternating-current voltage is rectified there according to the peak values into a direct-current voltage which is passed to a photodiode of an optocoupler. The optocoupler ensures the transmission of the signals proportional to current and the galvanic separation between the current supply arrangement of the building and an electronic protection and control apparatus for switching off the overloaded leads. A galvanic separation between the shunt connections and the electronic protection and control apparatus is necessary because the full concatenated voltage of the current supply arrangement prevails between the shunts in the individual phase leads. The electronic protection and control apparatus would be too expensive if it had to be designed for this voltage. However, the optocouplers used here for the galvanic separation are also relatively expensive and the circuit arrangement necessitated thereby is complicated, so that this circuit arrangement has disadvantages when

considered as a whole.

The object of the present invention is to provide a circuit arrangement of the generic type set out in the introduction which is simple and economically advantageous.

The object which has been set is achieved in that at least one section including all leads is provided in the current supply arrangement, a shunt impedance being present in each section, these shunt impedances being, in the case of a plurality of sections, connected to a different lead in each section but having the same impedance value in each section, and on each section boundary a measuring impedance having the same impedance value in each case is connected to each lead, the other connections of the measuring impedance being electrically conductively connected to each other at a common point at each section boundary, wherein between the common points belonging to the successive section boundaries a voltage arises which is proportional to the current flowing in the shunt impedance belonging to the respective section. In this simple circuit arrangement a galvanic separation between the shunt impedances and an electronic protection and/or control apparatus is not necessary because the voltages proportional to current are tapped between the common points which, apart from the small voltages proportional to current, exhibit the uniform potential of the neutral point of the three-phase current supply arrangement. The simplicity and the economic advantages of this circuit arrangement are obvious.

Three sections are advantageously provided, wherein between the common points belonging to the section boundaries lying before the first section and after

the last section a voltage arises which is proportional to an earth current flowing towards one of the shunt impedances on the consumer side from the current supply arrangement. This circuit arrangement can be used advantageously in order to supply an electronic protective relay with overcurrent and earth leakage current tripping.

In the three-phase current supply arrangement it is also possible for only two sections to be provided, wherein between the common points belonging to the section boundaries lying before the first section and after the last section a voltage arises which is proportional to a current flowing in the shunt-free third lead. This simplified circuit arrangement enables the current flowing in the shunt-free third lead also to be detected, although only two shunt impedances are provided.

Each shunt impedance is advantageously an ohmic resistor. Also each measuring impedance can be an ohmic resistor.

An amplifier which is connected on the output side to the associated measuring impedance can be connected to the connections of each shunt impedance, all amplifiers being the same as each other in the case of a plurality of shunt impedances. By this means greater fluctuations between the impedance values of the measuring impedances used can be permitted whilst retaining the precision of measurement of the entire circuit arrangement.

Embodiments of the invention are described in greater detail below with reference to the accompanying drawings, in which:

Figure 1 shows a circuit arrangement for the generation of a voltage proportional to current in a three-phase current supply arrangement with a shunt impedance,

Figure 2 shows it with three shunt impedances,


Figure 3 shows it with two shunt impedances,

Figure 4 shows the circuit arrangement with two shunt impedances and with two amplifiers.

The three-phase current supply arrangement shown in Figure 1 contains the three electrical leads R, S, T and serves to supply the load 1 with electrical energy. The circuit arrangement has a section including all leads R, S, T, and between its section boundaries 2, 3 a shunt impedance Z is switched into the lead T. On the two section boundaries 2, 3 measuring impedances M are connected to each lead R, S, T. All measuring impedances M have the same impedance value. The other connections of the measuring impedances M facing away from the leads R, S, T are electrically conductively connected to each other at a common point 4, 5 at each section boundary 2, 3. It may be deduced that the voltage U_T between the points 4 and 5 is proportional to the current I_T flowing in the lead T and amounts to one third of the product of the impedance value of the shunt impedance Z in the lead T and the current I_T , $U_T = Z \times I_T / 3$. When no current is flowing in the leads R, S, T, the common points 4 and 5 have the same potential, namely the potential of the neutral point of the current supply arrangement. An electronic measuring, protection and/or control apparatus (not shown) can be

connected without potential separation to the common points 4 and 5.

The circuit arrangement according to Figure 2 is divided into three sections, and between their section boundaries 6, 7, 8, 9 are connected three shunt impedances Z . However, in each section a shunt impedance Z is disposed in a different lead R, S, T. The impedance values of the shunt impedances Z are the same as each other. On the section boundaries 6, 7, 8, 9 measuring impedances M which have the same impedance value as each other are connected to each lead R, S, T. The connections of the measuring impedances M facing away from the leads R, S, T are electrically conductively connected to each other at a common point (10, 11, 12, 13) at each section boundary 6, 7, 8, 9. The shunt impedance Z lies in the lead T between the section boundaries 6 and 7. Between the common points 10 and 11 belonging to these section boundaries 6, 7 a voltage U_T will arise which is proportional to the current I_T flowing in the lead T. The magnitude of this voltage is one third of the product of the impedance value of the shunt impedance Z and the current I_T . Similarly, a voltage U_S which is proportional to the current I_S will arise between the common points 11 and 12 and a voltage U_R which is proportional to the current I_R will arise between the common points 12 and 13. The magnitude of these voltages U_S and U_R is in each case one third of the voltage drop present on the shunt impedance Z , $U_S = Z \times I_S/3$ and $U_R = Z \times I_R/3$. Between the common points 10 and 13 which lie before the first section, on the section boundary 6, or respectively after the last section, on the section boundary 9, a voltage U_E will arise which is proportional to the earth current I_E flowing towards one of the shunt impedances Z in the lead R on the consumer side out of the current supply arrangement. Therefore the voltage U_E can be used in a protective relay (not shown) for earth fault protection purposes. The magnitude



of the voltage U_E is again one third of the product of the impedance value of the shunt impedances Z and the earth current I_E . The circuit arrangement shown in Figure 2 can replace the three-phase current transformer in the circuit arrangement shown in the brochure of Sprecher + Schuh AG, 5001 Aarau, Switzerland, No. 1.1012 d.SSA/3.87/55/10 (2252) on page 25, and this circuit arrangement can also be supplemented with an earth fault protection.

Figure 3 shows a simplified circuit arrangement with two shunt impedances Z accommodated in two sections. These two sections are delimited by the three section boundaries 14, 15, 16. In this circuit arrangement too measuring impedances M are connected to the leads R, S, T on the section boundaries 14, 15, 16, these measuring impedances being electrically conductively connected to each other with their other connections at the common points 17, 18, 19 at each section boundary 14, 15, 16. The shunt impedance Z lying in the lead T belongs to the first section, and between the common points 17 and 18 belonging thereto the voltage $U_T = Z \times I_T/3$ arises which is proportional to the current I_T . The shunt impedance Z in the lead S belongs to the next section lying between the section boundaries 15, 16, and between the common points 18 and 19 belonging thereto a voltage U_S can be measured which is proportional to the current I_S and of which the magnitude is $U_S = Z \times I_S/3$. A voltage U_R which is proportional to the current I_R in the shunt-free lead R can be detected between the common points 17 and 19 which belong to the section boundary 14 before the first section and to the section boundary 16 after the last section. The magnitude of this voltage is $U_R = Z \times I_R/3$. This circuit arrangement provided with only two shunt impedances Z can already replace a three-phase current transformer.

Purely ohmic resistors are used as a rule for the shunt impedances Z and for the measuring impedances M .

In order to achieve a sufficient precision of the voltages U_R , U_S and U_T proportional to current, high standards are set for the tolerances of the impedance values and for the temperature coefficients of the measuring impedances. In order to achieve a precision of measurement of 5% for the currents I_R , I_S , I_T in a 430 V current supply arrangement, the tolerance of the impedance values between the individual measuring impedances M should be not more than 0.00025% and the tolerance of the temperature coefficients between the individual measuring impedances M should not be more than 0.16 ppm/°C. These tolerance values can be set substantially higher if the voltage drop on the shunt impedances Z is amplified. Figure 4 shows such a circuit arrangement. The connections of the shunt impedances Z on the supply side are passed to the non-inverting connections of the operational amplifiers 20, 21. Measuring impedances M which in the arrangement according to Figure 3 were still directly connected to the connections on the supply side of the shunt impedances Z are connected to the outputs of the operational amplifiers 20, 21. Between the outputs of the operational amplifiers 20, 21 and the connections on the load side of the shunt impedances Z an ohmic splitter is connected to each of the resistors R_1 and R_2 . The tapping of the splitter between the resistors R_1 and R_2 is passed in each case to the inverting input of the operational amplifier. The splitter ratio R_1/R_2 produces the effective amplification factor of the operational amplifier. The voltage drop amplified by the ratio R_1/R_2 appears in each case on the shunt impedances Z between the common points 25, 26, 27 of the measuring impedances M belonging to the section boundaries 22, 23, 24. In this

arrangement too, as in the arrangement according to Figure 3, a voltage U_R which is proportional to the current I_R flowing in the shunt-free lead R but is amplified by R_1/R_2 is measured between the common points 25 and 27 lying before the first section and after the last section.

THIS PAGE BLANK (USPTO)